

# MASTER'S THESIS

## De Relatie tussen het Werkgeheugen en Beginnende Leesvaardigheid bij Kinderen met een Taalontwikkelingsstoornis

van Bruggen, Marlous

**Award date:**  
2018

[Link to publication](#)

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[pure-support@ou.nl](mailto:pure-support@ou.nl)

providing details and we will investigate your claim.

Downloaded from <https://research.ou.nl/> on date: 05. May. 2023

**Open Universiteit**  
[www.ou.nl](http://www.ou.nl)



De Relatie tussen het Werkgeheugen en Beginnende Leesvaardigheid bij Kinderen met een  
Taalontwikkelingsstoornis  
The Relation between Working Memory and Early Literacy in Children with Specific Language  
Impairment

Marlous van Bruggen

Master Onderwijswetenschappen  
Open Universiteit Nederland

Datum:

Begeleider: Dr. Celeste Meijs

Examinator:

## Samenvatting

**Achtergrond:** Bij de ontwikkeling van leesvaardigheid speelt het werkgeheugen een rol. Kinderen met een taalontwikkelingsstoornis (TOS) laten problemen zien met zowel de ontwikkeling van leesvaardigheid als werkgeheugen. **Doel:** Inzicht verkrijgen in de leeftijd waarop het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus (component van het werkgeheugen) actief wordt en in de relatie tussen componenten van het werkgeheugen en de aspecten van beginnende leesvaardigheid en de rol van leeftijd op deze relatie bij kinderen met TOS. **Deelnemers, procedure en onderzoeksontwerp:** Middels een selecte steekproef zijn 27 leerlingen van een cluster-2 school ( $M = 7$  jaar en 2 maanden,  $SD = 10$  maanden) geworven voor het onderzoek. Cluster 2 richt zich op onderwijs aan kinderen met een communicatieve beperking, alle kinderen zijn gediagnosticeerd met TOS. De geworven leerlingen hebben een test gemaakt om het subvocaal herhalingssysteem in kaart te brengen en werkgeheugentaken uitgevoerd (visueel en verbaal). Naast deze taken zijn uit het leerlingdossier de leeftijd en de voorbereidende leesvaardigheid opgevraagd. In een correlatieel between-subjects design werden met behulp van een non-parametrische t-toets, correlatie- en regressieanalyses de onderzoeksvragen beantwoord. **Meetinstrumenten:** Om het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus te meten werd de eerste trial van de 15 woordenleertest afgenomen, eenmaal auditief en eenmaal pictoriaal. Het verschil tussen het aantal genoemde woorden tussen de pictoriale en de auditieve versie werd als indicatie voor de ontwikkeling van het subvocale herhalingssysteem gezien. Om het visueel-ruimtelijk- en het verbaal werkgeheugen in kaart te brengen werden het omgekeerd stippenbord, draaifiguur, omgekeerde cijferreeksen en lettermix van de AWMA testbatterij afgenomen. Voor het niveau van beginnende leesvaardigheid werd gebruik gemaakt van de Cito toets Taal voor Kleuters. **Resultaten:** Er werd geen verschil gevonden tussen de gemiddelde leeftijd van kinderen met een actief- en een inactief subvocaal herhalingssysteem. Er bleek echter wel een tendens tussen het actief worden van het subvocaal herhalingssysteem en het oplopen van de leeftijd. Er werd een middelmatige samenhang gevonden tussen het verbaal werkgeheugen en het taalbewustzijn en een voorspellende waarde van het verbaal werkgeheugen voor taalbewustzijn. **Conclusie:** Dit onderzoek laat zien dat het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus bij kinderen met TOS mogelijk iets later actief wordt dan bij kinderen met een normale taalontwikkeling. Daarnaast wordt er samenhang gevonden tussen het verbaal werkgeheugen en taalbewustzijn en heeft het verbaal werkgeheugen een voorspellende waarde voor taalbewustzijn. Nader onderzoek is nodig om in kaart te brengen wat de invloed van de werkgeheugencomponenten is op (beginnende) leesvaardigheid bij kinderen met TOS per leeftijdsfase, zodat de onderwijspraktijk een beter beeld krijgt op welke leeftijd training van het werkgeheugen het best kan worden ingezet teneinde de leesvaardigheid te verbeteren.

*Kernwoorden:* werkgeheugen, taalontwikkelingsstoornis, subvocaal herhalingsstelsel, beginnende leesvaardigheid.

### Summary

**Background:** Children diagnosed with specific language impairment (SLI) show problems with the development of reading skills as well as working memory.

**Aim:** The aim of this research was to gain insight in the age that the subvocal rehearsal system of the phonological loop becomes active and in the relation between working memory components and reading skills and the role of age in this relation in children with SLI.

**Participants, procedure and design:** 27 Pupils were included in a random sample from a school for special primary education for children with impairment in communication. All included children were diagnosed with SLI. The children performed neuropsychological tests for the estimation of the development of the subvocal rehearsal system and for working memory. Additionally, the results for preliminary reading skills and age were retrieved from student records. A non-parametric t-test, a correlation analyses and a multiple regression analyses were used to test the hypotheses in a between-subjects correlation design.

**Measures:** To measure the development of the subvocal rehearsal system children performed the first trial of the Verbal Learning Test. In order to gain insight in working memory, children performed several tests of the AWMA working memory testbattery. The achievement of preliminary reading skills was measured by the Cito test "Taal voor Kleuters".

**Results:** Results show no differences between the average ages of children with an active and not yet active subvocal rehearsal system. The results show that there might be a slight tendency regarding age differences. Furthermore, the results show that there is an average relationship between verbal working memory and language awareness. Verbal working memory was predictive of language awareness. **Conclusion:** The results of this master thesis show that the subvocal rehearsal system in children with SLI might become active at a later age than in children without SLI. Furthermore, a relationship between verbal working memory and language awareness was found. Additionally, verbal working memory was predictive of language awareness. Additional research is advised to gain more insight in this predictive role of working memory on reading skills by children with SLI throughout stages of development for an optimal timed, effective intervention of working memory with the goal to improve reading skills.

*Keywords:* working memory, Specific Language Impairment, subvocal rehearsal system, early literacy.

## **Inleiding**

Lezen is een elementaire vaardigheid die leerlingen in de basisschoolperiode ontwikkelen. Door vlot, foutloos en geautomatiseerd de letters te kunnen omzetten in klanken, blijft er voldoende mentale ruimte over om de aandacht te richten op de inhoud van een tekst (Vernooy, 2005). De vaardigheid om te kunnen lezen is onmiskenbaar belangrijk. Lezen betreft een complex proces waarin de lezer betekenis geeft aan geschreven tekst (Anderson, Hiebert, Scott & Wilkinson, 1985). Het lezen betreft een wezenlijk onderdeel van de talige ontwikkeling van een kind.

In het leesproces is de beginnende geletterdheid een belangrijke fase. Er bestaat een sterk verband tussen de aspecten van beginnende geletterdheid en het leesproces op verschillende tijdstippen in de ontwikkeling. Het is aannemelijk dat kinderen die tijdens de kleuterperiode tekorten laten zien bij de aspecten van beginnende geletterdheid, problemen zullen ondervinden tijdens het aanvankelijk en gevorderd leesproces (Gerrits, De Jong & Rispen, 1999).

Naast de beginnende geletterdheid speelt het werkgeheugen een belangrijke rol bij de ontwikkeling van leesvaardigheden (Alloway et al., 2005; Vandenbroucke, Verschueren, Baeyens, 2017). Binnen het werkgeheugen worden een aantal componenten onderscheiden: de fonologische lus, het visueel ruimtelijk kladblok, de episodische buffer en de centrale executieve (Baddeley, 2012). Voorts bestaat de fonologische lus ook weer uit twee componenten, te weten het subvocaal herhalingssysteem en de fonologische opslag (Repovs & Baddeley, 2006; Service, 1992). Al in de kleuterleeftijd wordt er een sterke correlatie gevonden tussen het werkgeheugen en de fonologische ontwikkeling (Van de Sande, 2015). Rondom het zesde levensjaar wordt een sterke ontwikkeling gezien van het werkgeheugen (Gathercole, 1999). De capaciteit van het werkgeheugen neemt toe, naarmate de leeftijd oploopt (Archibald & Gathercole, 2006). Dat de leesvaardigheid hierdoor een verbetering laat zien is evident, kinderen die beter scoren op werkgeheugentests laten ook hogere scores zien op tests voor fonologische verwerking en het automatiseren van tekens naar klanken (De Bree, Wilsenach & Gerrits, 2011).

Helaas verloopt de ontwikkeling van leesvaardigheid niet bij alle leerlingen vanzelfsprekend soepel. Zo hebben kinderen met een taalontwikkelingsstoornis te kampen met specifieke, hardnekkige problemen op het gebied van taalverwerving. Deze problemen zijn niet terug te herleiden naar problemen in andere ontwikkelingsgebieden of een ontoereikend taalaanbod (Gerrits & Van Niel, 2012). Een taalontwikkelingsstoornis (TOS) kenmerkt zich door een erfelijke oorsprong, waarbij de ontwikkeling van de taal achterblijft ten opzichte van de taalontwikkeling bij leeftijdsgenoten (Gerrits & Van Niel, 2012). Een TOS openbaart zich in verschillende vormen van taal, zoals gesproken en/of geschreven taal, uitspraak en/of zinsbouw. Voor een TOS kan geen specifieke onderliggende oorzaak worden aangewezen zoals verminderde (non-verbale) cognitieve mogelijkheden of een beperkt taalaanbod. Kinderen met een TOS hebben een grotere kans om leesproblemen te ontwikkelen (Bishop

& Snowling, 2004).

Naast de grotere kans op leesproblemen laten kinderen met TOS een minder goed functionerend werkgeheugen zien dan kinderen met een normale taalontwikkeling (Henry, Messer & Nash, 2012). Het werkgeheugen zorgt voor het tijdelijk opslaan en manipuleren van verworven informatie. Het werkgeheugen speelt een belangrijke rol bij het leren lezen: kinderen met een zwak werkgeheugen hebben moeite met het schakelen tussen de klank en de tekenkoppeling die daarbij hoort (Gathercole & Alloway, 2008).

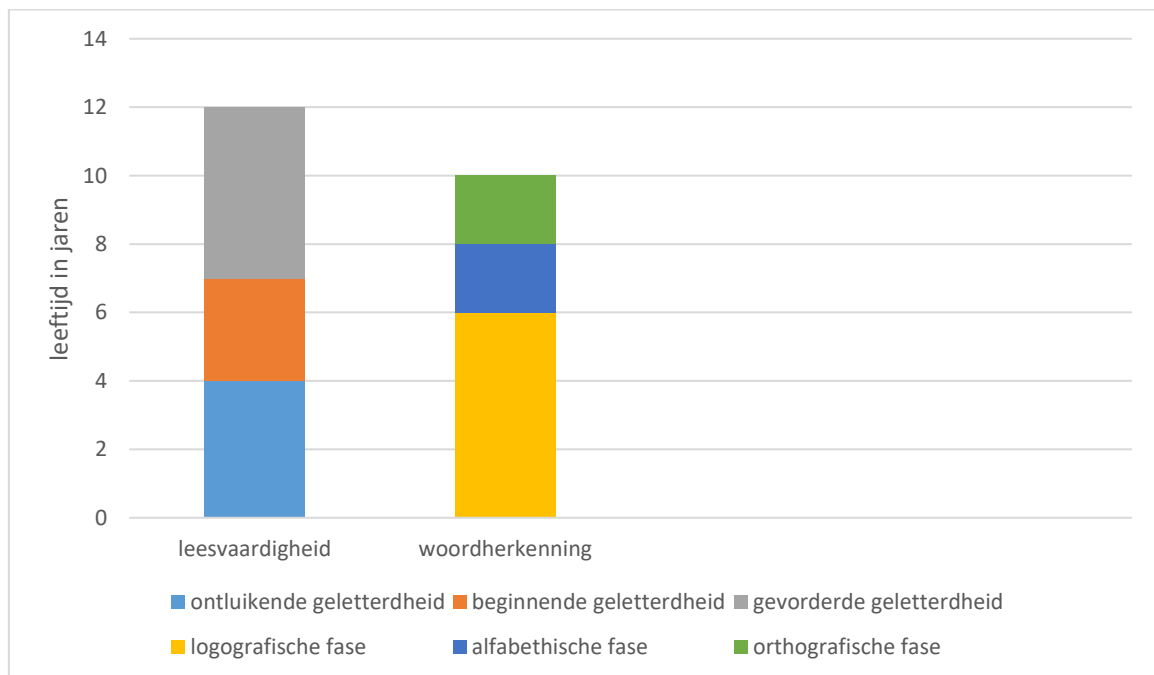
Alhoewel er uit vele onderzoeken is gebleken dat het verbaal werkgeheugen bij kinderen met TOS zwakker is dan bij normaal ontwikkelende leeftijdsgenoten, lijkt ook het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen met TOS aangedaan (Vugs, Cuperus, Hendriks & Verhoeven, 2013; Vugs, Knoors, Cuperus, Hendriks & Verhoeven, 2016). Er is weinig onderzoek gedaan naar de samenhang tussen zowel het visueel-ruimtelijk- en het fonologisch werkgeheugen en de beginnende leesvaardigheden bij kinderen met een TOS. Ook is de ontwikkeling van een specifiek component van het werkgeheugen, het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus, nog niet eerder onderzocht bij kinderen met TOS. Het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus speelt een rol bij het lezen doordat het visueel aangeboden informatie kan omzetten in verbale codes. Dit exploratief onderzoek tracht inzicht te verkrijgen in de leeftijd waarop het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus (component van het verbaal werkgeheugen) actief wordt. Daarnaast wordt inzicht verkregen in de relatie tussen componenten van het werkgeheugen en de aspecten van beginnende leesvaardigheid en de rol van leeftijd op deze relatie bij kinderen met TOS.

### **De ontwikkeling van leesvaardigheden**

De ontwikkeling van het leesproces verloopt via drie opeenvolgende stadia: de ontluikende geletterdheid, de beginnende geletterdheid en de gevorderde geletterdheid (Aarnoutse, Van Leeuwe & Verhoeven, 2005). Tijdens het eerste stadium, de ontluikende geletterdheid, ontwikkelen kinderen in de voorschoolse periode de spreekvaardigheid en de luistervaardigheid. Daarnaast maken zij kennis met geschreven taal. Tijdens het tweede stadium van de beginnende geletterdheid ontdekken de kinderen meer de relatie tussen gesproken en geschreven taal, dit speelt zich af in groep één t/m drie van de basisschool. Meer specifiek houdt deze fase in dat kinderen zich bewust worden van het feit dat woorden uit klanken en klanken eenheden bestaan. Daarnaast spelen de letterkennis en benoembaarheid een belangrijke rol bij het beginnend lezen. Het derde stadium van gevorderde geletterdheid begint doorgaans na het achtste levensjaar, in dit stadium zijn kinderen in staat om klankzuivere en meerlettergrepige woorden vlot te lezen.

Binnen de verschillende stadia van geletterdheid, de ontluikende-, beginnende- en gevorderde geletterdheid, spelen zich verschillende processen in de tijd af, zoals is te zien in Figuur 1. Het proces

van woordherkenning welke plaatsvindt tijdens het stadium van beginnende geletterdheid, verloopt via drie opeenvolgende fasen (Beech, 2005), welke eveneens worden getoond in Figuur 1. De eerste fase is de logografische fase, tijdens deze fase maken kinderen in de leeftijd van 0 tot 6 jaar kennis met grafische tekens. De tweede fase kenmerkt zich door het besef van de representatie van letters voor klanken en het besef dat woorden uit klanken bestaan, deze fase speelt zich rond de leeftijd van 6 en 7 jaar af en wordt de alfabetische fase genoemd. De derde fase is de orthografische fase, tijdens deze fase leren kinderen patronen in reeksen van letters, welke zij gebruiken om woorden te kunnen lezen. Deze laatste fase vindt plaats rond het 7<sup>e</sup> en 8<sup>e</sup> levensjaar.



*Figuur 1.* Fasen van woordherkenning per levensjaar

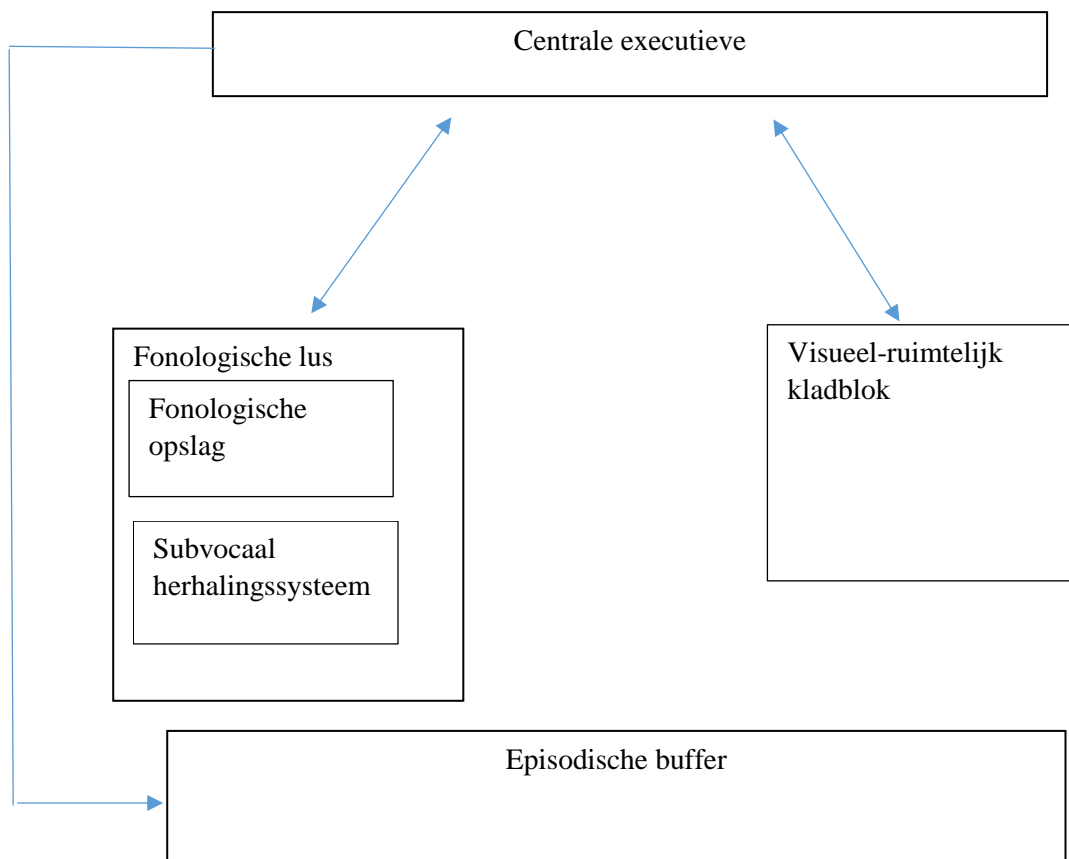
Het leesproces bij kinderen met een TOS verloopt anders dan bij kinderen met een normale taalontwikkeling (Botting, Simkin & Conti-Ramsden, 2006). Kinderen met TOS laten tijdens de fase van beginnende geletterdheid een verhoogd risico op leesproblemen zien (Botting et al., 2006), doordat ze zwakke fonologische vaardigheden en een zwak fonologisch bewustzijn hebben. Bij kinderen met TOS worden problemen gesignaleerd rondom het verwerven van de taal specifieke regels van de klankstructuur (Beers, 1995). Zo kunnen kinderen met TOS de geïsoleerde klank wel uitspreken, maar vormen zij toch een andere klank in een betekenisvol woord. Een voorbeeld hiervan is dat het kind de klank /s/ wel kan uitspreken, maar het woordje soep toch als toep uitspreekt. Bij kinderen met een normale taalontwikkeling is de fonologische ontwikkeling rond het vierde jaar afgerond (Gillis & Schaerlaekens, 2000). Bij kinderen met TOS wordt een vertraagde fonologische

ontwikkeling doorlopen (Vandewalle, Boets, Ghesquire & Zink, 2012) en zal deze ontwikkeling tot na het vierde levensjaar doorlopen. Naast de afwijkende fonologische vaardigheden worden bij kinderen met TOS deze vaardigheden dus ook vertraagd ontwikkeld.



## Het werkgeheugen

Een van de meest beschreven modellen van het werkgeheugen is het model van Baddeley (2000; 2012). Dit model brengt het werkgeheugen nader in kaart waarbij de interactie van vier verschillende systemen wordt beschreven; de fonologische lus, het visueel-ruimtelijk kladblok, het centraal executieve systeem en de episodische buffer. De fonologische lus zorgt ervoor dat aangeboden auditieve informatie kan worden opgeslagen en verwerkt. Binnen de fonologische lus zijn wederom twee systemen werkzaam, een passief- en een actief systeem. De informatie die binnenkomt in het passieve systeem, de fonologische opslag, vervalt na een tijdje. In het actieve systeem wordt visueel aangeboden informatie benoemd en vervolgens omgezet in een fonologische code. Dit actieve systeem wordt het subvocaal herhalingsysteem genoemd (Repovs & Baddeley, 2006; Service, 1992). Het visueel-ruimtelijk kladblok heeft als taak dat de visueel en ruimtelijk aangeboden informatie kan worden opgeslagen en verwerkt. Beide systemen worden aangestuurd door de centrale executieve, die de informatie vanuit beide kanalen manipuleert en verbindt met het lange termijn geheugen. De episodische buffer zorgt tenslotte voor de chronologische opslag van alle informatie (Baddeley, 2000; Baddeley, 2012). In Figuur 2 wordt het werkgeheugenmodel van Baddeley schematisch weergegeven.



*Figuur 2.*

Het werkgeheugenmodel volgens Baddeley (2000; 2012)

## **Relatie tussen het werkgeheugen en beginnende leesvaardigheid**

Het werkgeheugen speelt een belangrijke rol bij de ontwikkeling van leesvaardigheden (Alloway et al., 2005). Tijdens de beginnende geletterdheid vindt er een sterke ontwikkeling plaats van het werkgeheugensysteem (Gathercole, 1999). Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen wordt aanzet tot de verwerking van visueel aangeboden informatie, zoals letters. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen zorgt ervoor dat kinderen klank- en woordbeeld tijdelijk kunnen onthouden, zodat deze worden herkend tijdens het lezen van een tekst (Gathercole & Alloway, 2008). Hierdoor vertoont het visueel-ruimtelijk werkgeheugen samenhang met de beginnende leesvaardigheid. De meeste samenhang wordt hierin gezien met de ontwikkeling van letterkennis (Davidse, 2014). Kinderen met een verminderd werkend visueel-ruimtelijk werkgeheugen hebben moeite met het vlot benoemen van letters, onderdeel van schriftoriëntatie.

Kinderen die goede leesvaardigheden laten zien scoren beter op verbale werkgeheugen tests dan kinderen die minder goed lezen (Swanson, Cochran & Ewers, 1989). Het verbale werkgeheugen richt zich met name op de verwerking van auditief aangeboden informatie (zoals klanken). Het samenvoegen van klanken tot een woord (auditieve synthese) of het ontleden van klanken uit een woord (auditieve analyse) worden door het verbale werkgeheugen gefaciliteerd. Het lijkt vooral een rol te spelen als tegelijkertijd auditieve informatie vastgehouden en gemanipuleerd moet worden. Ook zorgt het verbaal werkgeheugen ervoor dat kinderen kunnen onthouden welke klank bij welke letter hoort zodat deze tijdens het lezen van een woord kan worden gevormd (Gathercole & Alloway, 2008). Dit proces wordt mogelijk gefaciliteerd door het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus, een component van het verbaal werkgeheugen dat pictoriale informatie omzet in een fonologische code. Bij veelgebruikte leesmethodes leert het kind eerst om klanken te koppelen aan letters en lettercombinaties, het is mogelijk dat hierbij een beroep wordt gedaan op het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus. Daaraan gekoppeld zal het kind in het werkgeheugen de klanken behorende bij de tekens moeten ophalen, toevoegen en samenbrengen tot een woord, hierbij wordt mogelijk een beroep gedaan op het complete stelsel van het werkgeheugen. Daarnaast speelt de fonologische lus een rol bij het onthouden en benoemen van fonologische representaties (Gathercole, 1999), hierbij blijkt dat kinderen die moeite hebben met het onthouden van fonologische representaties, ook moeite hebben met het vlot lezen van woorden (Shankweiler et al., 1979). Een manier om de fonologische representatie te onthouden, is door deze te benoemen en herhalen voor jezelf. Dit subvocaal herhalingsstelsel wordt doorgaans actief rond het zevende levensjaar (Baddeley & Hitch, 2000; Cowan, 1998; Kemps, De Rammelaere & Desmet, 2000; Tam, Jarrold, Baddeley & Sabatos-De Vito, 2010) en is betrokken bij het omzetten van pictoriale informatie naar een fonologische representatie. Het is dus goed voorstelbaar dat het subvocaal herhalingsstelsel een rol speelt bij het omzetten van teken naar klank. Verschillende onderzoeken tonen aan dat informatie beter kan worden onthouden en gereproduceerd als deze informatie pictoriaal wordt aangeboden en door de hersenen wordt omgezet in een fonologische code (Baddeley, 2003; 2012; Palmer, 2000), mits de

fonologische lus ontwikkeld is. Samengevat: het verbaal werkgeheugen en het subvocaal herhalingssysteem hebben mogelijk de meeste samenhang met de aspecten van klanken, letters en woorden. Deze aspecten vallen samen onder het taalbeustzijn.

### **De ontwikkeling van het werkgeheugen en de relatie tussen het werkgeheugen en leesvaardigheid bij kinderen met TOS**

In het onderzoek naar taalontwikkelingsstoornis werd aanvankelijk gedacht dat het een achterstand in de taalontwikkeling betrof die niet kan worden verklaard vanuit een ziektebeeld of cognitieve mogelijkheden (Brooks & Kempe, 2012). Het werd dus gezien als een pure taalstoornis waarbij executieve functies, waaronder het werkgeheugen, gespaard bleven. Echter, later onderzoek toonde aan dat kinderen met TOS over een verminderde opslagcapaciteit van het werkgeheugen beschikken (Weismer et al., 1999). Het meest recente onderzoek van Vugs et al. (2016) brengt de onderliggende structuur van het werkgeheugen bij jonge kinderen met TOS in vergelijking met normaal ontwikkelende kinderen in kaart. Ook in dit onderzoek komt naar voren dat kinderen met TOS zowel problemen hebben met de verbale als de visueel-ruimtelijke component van het werkgeheugen, terwijl kinderen met een normale taalontwikkeling hierbij geen problemen lieten zien.

Onderzoek naar de werking van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen met TOS laat verschillende uitkomsten zien. Een meta-analyse (Vugs et al., 2013) toont aan dat kinderen met TOS verminderde mogelijkheden hebben om visueel aangeboden informatie te kunnen opslaan en verwerken ten opzichte van normaal ontwikkelende leeftijdsgenoten. Andere studies van Vugs, Hendriks, Cuperus en Verhoeven (2014) en Vugs et al. (2016) tonen eveneens aan dat kinderen met TOS tekorten laten zien op de non-verbale componenten van het werkgeheugen. Daarentegen zijn er ook onderzoeken uitgevoerd waaruit is gebleken dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen met TOS geen significante afwijkingen laat zien ten opzichte van normaal ontwikkelende kinderen (Bavin, Wilson, Maruff & Sleeman, 2005; Hutchinson, Bavin, Efron & Sciberras, 2012; Schuchardt, Bockmann, Bornemann & Maehler, 2013). Vanuit de literatuur komt er dus een minder eenduidig beeld naar voren wat betreft de tekorten in het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen met TOS. Omdat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen zonder TOS samenhangt met de ontwikkeling van letterkennis (Davidse, 2014), onderdeel van schriftoriëntatie, wordt in voorliggend onderzoek onderzocht wat de samenhang en de voorspellende waarde is van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en de aspecten van beginnende leesvaardigheid bij kinderen met TOS.

Op het gebied van het verbaal werkgeheugen werd er meer eenduidig bewijs gevonden voor het feit dat kinderen met TOS meer problemen ondervinden op het gebied van het verbale werkgeheugen dan normaal ontwikkelende kinderen (Henry et al., 2012; Hutchinson et al., 2012; Marton & Schwarz, 2003; Schuchardt et al., 2013; Vugs et al., 2014; Vugs et al., 2016). Aangezien het verbaal werkgeheugen wordt gebruikt om auditieve informatie te verwerken en een grote samenhang vertoont met taalbewustzijn (Swanson et al., 1989), werd in voorliggend onderzoek gekeken naar de

samenhang en voorspellende waarde van het verbaal werkgeheugen en aspecten van beginnende leesvaardigheid bij kinderen met TOS.

De fonologische lus speelt een rol bij het onthouden en benoemen van fonologische codes, zoals letters (Gathercole, 1999). Bij kinderen met een licht verstandelijke beperking werd een vertraagde ontwikkeling van de fonologische lus opgemerkt (Van der Molen, Van Luit, Jongmans & Van der Molen, 2007). Dit leidt tot de verwachting dat dit ook bij kinderen met TOS mogelijk het geval zal zijn. Naar de vertraagde ontwikkeling van de fonologische lus bij kinderen met TOS is nog geen onderzoek gedaan en dit zal in dit onderzoek in kaart worden gebracht. Daarnaast is bekend dat de fonologische lus belangrijk is voor de leesontwikkeling. Dit is vooral onderzocht bij kinderen die een normale ontwikkeling doorlopen. Echter, voor kinderen met TOS is nog niet eerder onderzocht wat de relatie tussen de ontwikkeling van de fonologische lus, meer specifiek het subvocaal herhalingsstelsel, en de aspecten van beginnende leesvaardigheid is.

Vanuit de literatuur wordt aangegeven dat de capaciteit van alle componenten van het werkgeheugen zal toenemen naarmate de leeftijd vordert (Gathercole et al., 2004). Door de aangetoonde relatie tussen het werkgeheugen en de leesvaardigheid is het interessant om te kijken of de voorspellende waarde van het werkgeheugen bij kinderen met TOS groter is bij oudere kinderen dan bij jongere. Het werkgeheugen zal ook bij kinderen met TOS zich nog verder ontwikkelen tot in de adolescentie, echter, tekorten zullen blijven bestaan (Gathercole et al., 2006; Henry et al., 2012). In voorliggend onderzoek werd daarom in kaart gebracht of alle componenten van het werkgeheugen ook bij kinderen met TOS meer voorspellende waarde zouden krijgen voor de aspecten van beginnende leesvaardigheid naarmate de leeftijd oploopt.

### **Vraagstellingen en Hypothesen**

De centrale vraag in dit onderzoek is: *“Hoe ziet de ontwikkeling van het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus eruit bij kinderen met TOS en is er een verband tussen het werkgeheugen en beginnende leesvaardigheid bij kinderen met TOS?”* Deze centrale vraag werd onderzocht via een aantal testinstrumenten welke het werkgeheugen en de beginnende leesvaardigheid bij kinderen met TOS in kaart brachten. Hierbij werd het werkgeheugen opgedeeld in drie componenten; het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus (onderdeel van het verbaal werkgeheugen), het verbale werkgeheugen en het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. De beginnende leesvaardigheid werd opgedeeld in een tweetal aspecten, te weten: schriftoriëntatie en taalbewustzijn.

De deelvragen luiden als volgt:

1. Vanaf welke leeftijd wordt het subvocale herhalingsstelsel bij kinderen met TOS actief?
2. Wat is de relatie tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, het verbale werkgeheugen en het subvocaal herhalingsstelsel uit de fonologische lus enerzijds, en de (aspecten van) beginnende leesvaardigheid anderzijds bij kinderen met TOS?

3. Welke van de drie componenten van het werkgeheugen (visueel-ruimtelijk werkgeheugen, verbaal werkgeheugen en subvocaal herhalingsstelsel uit de fonologische lus) heeft de meest voorspellende waarde voor de (aspecten van) beginnende leesvaardigheid bij kinderen met TOS?
4. Wat is de relatie tussen de componenten van het werkgeheugen en leeftijd in de voorspellende waarde van het werkgeheugen voor de aspecten van beginnende leesvaardigheid bij kinderen met TOS?

Vanuit het theoretisch kader werden hierbij de volgende hypothesen verondersteld:

- Kinderen met TOS hebben een verlate ontwikkeling van het subvocaal herhalingsstelsel; deze wordt actief na het zevende levensjaar.
- Er is een positief verband tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en de schriftoriëntatie.
- Er is een positief verband tussen het verbaal werkgeheugen en het taalbewustzijn.
- Er is een positief verband tussen het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus en het taalbewustzijn.
- Het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus en het verbaal werkgeheugen hebben de meest voorspellende waarde voor het taalbewustzijn.
- Het visueel werkgeheugen heeft de meest voorspellende waarde voor de schriftoriëntatie.
- De voorspellende waarde van de werkgeheugencomponenten is afhankelijk van de leeftijd.

## **Methode**

### **Onderzoeksgroep**

Het onderzoek werd uitgevoerd binnen een school voor speciaal onderwijs (Cluster-2) in Groningen. Dit type onderwijs is gespecialiseerd in het geven van onderwijs aan kinderen met een communicatieve beperking. Op deze school zijn alle leerlingen gediagnosticeerd met TOS en/of slechthorendheid. Alle leerlingen in groep 3 zijn uitgenodigd voor deelname aan het onderzoek. Deze leerlingen hebben alle enkel de diagnose TOS. Van de 35 benaderde leerlingen hebben de ouders van 28 leerlingen toestemming gegeven tot deelname. Van deze populatie is één leerling afgevallen, aangezien deze leerling faalangstig bleek te zijn en tijdens afname van de tests afhaakte. De totale onderzoekspopulatie van 27 leerlingen bestond uit 22 jongens en 5 meisjes met een gemiddelde leeftijd van 85 maanden (7 jaar en 1 maand) en een standaarddeviatie van 10 maanden. De jongste leerling was 5,8 jaar, de oudste leerling was 9,2 jaar oud.

## Materialen

**Toetsen voor beginnende leesvaardigheid.** Voor de operationalisering van de domeinen van beginnende leesvaardigheid: taalbewustzijn en schriftoriëntatie, werd gebruik gemaakt van de toets Taal voor Kleuters eind groep 2, welke onderdeel uitmaakt van het CITO leerlingvolgsysteem (Lansink, 2009). De ontwikkeling van de leesvaardigheid valt onder de tussendoelen van schriftelijke taalvaardigheid, welke door het Expertisecentrum Nederlands en de Stichting leerplanontwikkeling beginnende geletterdheid wordt genoemd.

In de toets Taal voor Kleuters worden de onderdelen taalontwikkeling en beginnende geletterdheid gemeten. De opgaven op het gebied van klank en rijm, eerste en laatste woord horen, auditieve synthese en schriftoriëntatie vallen onder de beginnende geletterdheid (Lansink & Hemker, 2012). Bij het onderdeel *klank en rijm* noemt de leerkracht een reeks woorden op waarbij de leerling de eindrijm moet herkennen. Bij de opgaven *eerste en laatste woord horen*, moet de leerling aangeven welk woord in een reeks van woorden door de leerkracht als eerste of als laatste wordt genoemd. Bij de opgaven op het gebied van *auditieve synthese* wordt van de leerling verwacht dat deze afzonderlijke klanken kan samenvoegen tot een woord. De som van de scores op deze onderdelen zal worden opgenomen onder de variabele *taalbewustzijn*. Bij de opgaven welke horen bij de *schriftoriëntatie*, wordt aan de leerlingen gevraagd of zij het begin van een woord of zin kunnen aanwijzen en of zij in staat zijn om aan de hand van illustraties bij geschreven teksten de inhoud kunnen voorspellen. De score op dit onderdeel zal vallen onder de variabele *schriftoriëntatie*. De toets werd individueel afgenomen in een aparte, stille ruimte. De toets werd in twee delen afgenomen en kent geen afbreeknorm. De toets CITO taal voor kleuters scoort een goed voor wat betreft de betrouwbaarheid (Lansink & Hemker, 2012). De kinderen kunnen op de variabele ‘taalbewustzijn’ een maximale score van 22 halen, op de variabele ‘schriftoriëntatie’ een score van 8: dit zijn de maten die meegenomen zijn in het voorliggende onderzoek.

## Toetsen voor het werkgeheugen.

Visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen werd gemeten middels een tweetal subtests uit de nederlandse bewerking van de *Automated Working Memory Assessment* testbatterij van Alloway (2007). Deze subtests van de AWMA-2-NL kenmerken zich door een visueel aangeboden reeks die zowel onthouden als bewerkt moet worden door de leerling. Bij het omgekeerd stippenbord krijgt de leerling binnen een rastervorm een reeks stippen te zien, vervolgens dient de leerling de stippen in omgekeerde volgorde in de rastervorm op het computerscherm aan te klikken. Het omgekeerd stippenbord meet of de leerling de aangeboden informatie kan onthouden en manipuleren. Bij de draaifiguur krijgt de leerling steeds twee poppetjes te zien met een bal in de hand. Aan de leerling wordt gevraagd of beide poppetjes de bal in dezelfde hand houden. Daarna blijft het linker poppetje op het computerscherm staan, dit poppetje draait niet. Het rechterpoppetje kan gedraaid staan en verdwijnt van het scherm. De leerling moet vervolgens aangeven op welk van de

getoonde punten op het scherm het rechter poppetje de bal vast had. Het draaifiguur meet de mate waarin de leerling een reeks locaties kan onthouden en kan reproduceren nadat er een aanvullende visuele vraag wordt gesteld over het benoemen van al dan niet dezelfde hand waarin de bal wordt vastgehouden. De toetsen werden digitaal, individueel in een aparte ruimte afgenomen. De toets kent per onderdeel een afbreekregel: bij drie of meer fouten per onderdeel start het computerprogramma automatisch het volgende onderdeel. De test met het omgekeerde stippenbord kent een geringe score qua betrouwbaarheid  $r(78)=.51$  op de test-retest, de test met het draaifiguur kent een sterke betrouwbaarheid  $r(78)=.79$  volgens dezelfde test-retestmethode. Op de test van het omgekeerd stippenbord kan een maximale score worden behaald van 21, op de test van het draaifiguur kan een score van 26 worden behaald. De te hanteren uitkomstmaat in het voorliggende onderzoek is de som van de score op beide subtests.

Verbaal werkgeheugen. Het verbaal werkgeheugen werd geoperationaliseerd door middel van twee subtests uit de Nederlandse bewerking van de *Automated Working Memory Assessment* testbatterij van Alloway (2007). Het betreft hierbij de omgekeerde cijferreeksen en de lettermix. Bij de omgekeerde cijferreeks krijgt de leerling een reeks cijfers te horen en dient deze in omgekeerde volgorde aan te klikken op het computerscherm. Bij de lettermix krijgt de leerling een reeks letters te horen. Na elke letter krijgt de leerling een letter op het scherm te zien en moet de leerling aangeven of het de juiste letter betreft. Daarna voert de leerling de gehoorde letterreeks in dezelfde volgorde in door ze op het alfabetoverzicht op het scherm aan te klikken. De toetsen werden digitaal, individueel in een aparte ruimte afgenomen. De toets kent per onderdeel een afbreekregel: bij drie of meer fouten per onderdeel start het computerprogramma automatisch het volgende onderdeel. De test scoort voldoende  $r(78)=.63$  op de test-retest betrouwbaarheid (Alloway, 2007). Bij de omgekeerde cijferreeks kan een ruwe score gehaald worden van 21. Bij de lettermix kan een maximale score van 25 worden behaald. De te hanteren uitkomstmaat is de som van de scores op beide subtests.

Het subvocaal herhalingssysteem. Als indicator voor de ontwikkeling van het subvocaal herhalingssysteem in de fonologische lus werd de eerste trial van de 15 woordenleertest eenmaal aangeboden in de auditieve modaliteit en eenmaal in de pictoriale modaliteit (Meijs et al., 2016). Bij deze test krijgt de leerling een vijftiental woorden aangeboden en wordt na afloop gevraagd de woorden, ongeacht de volgorde, te herhalen. Bij deze woordenleertest werden de leerlingen at random aan een testconditie toegewezen: de ene helft van de leerlingen voerde eerst de auditieve versie van de test uit en de andere helft eerst de pictoriale versie. Verder werd er gerandomiseerd over de verschillende versies zodat iedere leerling twee verschillende parallelle versies kreeg. De versies werden op verschillende tijdstippen afgenomen. In dit onderzoek zijn drie statistisch bewezen parallelle versies gebruikt. De woordenleertest in zijn algemene afname met vijf trials, een uitgestelde herinnering en een recognitie scoort een hoge betrouwbaarheid op de test-retest (Lezak, 1995; Van der Elst, Van Boxtel, Van Breukelen & Jolles, 2005). Als uitkomstmaat in het voorliggende onderzoek

zal de ruwe score op de auditieve taak worden afgetrokken van de taak met pictoriale modaliteit. Een positieve score indiceert dat het subvocale herhalingssysteem binnen de fonologische lus actief is.

### **Procedure**

Voorafgaand aan het onderzoek is het onderzoeksvoorstel goedgekeurd door de Commissie Ethische Toetsing Onderzoek van de Open Universiteit (cETO). Voor deelname aan het onderzoek heeft de directie van de deelnemende school schriftelijk toestemming gegeven. De ouders van de leerlingen uit groep 3 van deze school zijn middels een informatiebrief met een antwoordstrook schriftelijk benaderd met de vraag om toestemming te verlenen voor deelname (informed consent). De af te nemen tests werden buiten de klas individueel op twee verschillende tijdstippen in een rustige ruimte in de school afgenomen door de eigen groepsleerkracht en de onderzoeker, tevens intern begeleider van de school. Middels randomisatie werden de leerlingen toegewezen aan een bepaalde testsamenstelling (zie Materialen).

### **Analyse**

Voorafgaand aan de data-analyse is een descriptieve statistiek uitgevoerd waarmee de invoer van de data in SPSS gecontroleerd is op ontbrekende data, mogelijke fouten in invoer en/of uitbijters.

Aanvullend is er een dataexploratie uitgevoerd waarbij de gemiddelden en standaarddeviaties van de factoren in kaart zijn gebracht.

De eerste hypothese werd zowel met een correlatieanalyse als een non-parametrische t-toets onderzocht. Deze eerste hypothese luidde dat kinderen met TOS een verlate ontwikkeling van het subvocaal herhalingssysteem hebben, deze wordt actief na het zevende levensjaar. Ten eerste, is er om te onderzoeken of er een verband is tussen het toenemen van de leeftijd en de ontwikkeling van de fonologische lus een correlatie analyse uitgevoerd tussen de leeftijd in maanden enerzijds en de ontwikkeling van de fonologische lus anderzijds. Als uitkomstmaat werd de ruwe score op de auditieve taak afgetrokken van de taak met pictoriale modaliteit. Een positieve score indiceert dat het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus actief is. Ten tweede, is er om aanvullend te onderzoeken of de gemiddelde leeftijd van de kinderen waarbij de fonologische lus actief is hoger ligt dan de gemiddelde leeftijd van de kinderen waarbij de fonologische lus nog niet actief is, een t-toets uitgevoerd met  $\alpha = 0.05$ . Voorafgaand aan deze toets werd een dichotome variabele gemaakt om aan te geven of het subvocaal herhalingssysteem wel of niet actief was. De afgenomen t-toets vergeleek de gemiddelde leeftijd van kinderen met een actieve fonologische lus (positieve waarde) en zonder actieve fonologische lus (negatieve waarde of 0) met elkaar.

De tweede hypothese luidde dat er een positief verband tussen de componenten van het werkgeheugen en de aspecten van beginnende leesvaardigheid zou zijn. Deze hypothese werd onderzocht middels een correlatieanalyse waarbij het verband tussen de componenten van het werkgeheugen enerzijds en de aspecten van beginnende leesvaardigheid anderzijds in kaart werd



gebracht. In navolging van Creswell (2002) wordt de volgende indeling aangehouden om de mate van correlatie te bepalen; correlatiewaarden kleiner dan 0.3 zijn zeer zwak, waarden tussen 0.3 en 0.5 zwak en waarden tussen 0.5 en 0.7 matig. Correlatiewaarden tussen 0.7 en 0.85 worden als sterk aangemerkt en waarden tussen 0.85 en 0.95 als zeer sterk. Waarden groter dan 0.95 worden uitzonderlijk sterk genoemd.

Tenslotte luidde de derde hypothese dat het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus en het verbaal werkgeheugen de meest voorspellende waarde zouden hebben voor het taalbewustzijn. Het visueel werkgeheugen zou de grootste voorspeller zijn voor de schriftoriëntatie. Indien de factor leeftijd wordt toegevoegd, zou deze de grootste voorspellende waarde hebben voor zowel het taalbewustzijn als de schriftoriëntatie. Indien de interactie tussen leeftijd en componenten van het werkgeheugen werden opgenomen zou de voorspellende waarde van het model verder toenemen. Deze derde hypothese werd onderzocht middels een regressieanalyse per leesvaardigheidsaspect in blokken. In het eerste blok werden de componenten van het werkgeheugen opgenomen als variabelen en in het tweede blok werd de factor leeftijd toegevoegd. In het derde blok werd de interactie tussen leeftijd en werkgeheugenmaten toegevoegd. De variabelen voor beginnende leesvaardigheid vormden hierbij de afhankelijke variabelen en de variabelen voor werkgeheugen (blok 1), leeftijd (blok 2) en de interactie tussen leeftijd en werkgeheugenmaten (blok 3) de voorspellers.

Opmerking: door de kleine onderzoeksgroep is de dataset beperkt en niet normaal verdeeld. Alhoewel de gekozen analyses hierdoor minder passend zijn, kennen zij voornamelijk een exploratief karakter. De kleine dataset maakt het met name interessant om naar gevonden trends te kijken. Derhalve dienen de uiteindelijke conclusies met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd.

## Resultaten

### Descriptieve statistiek

In de eerste plaats is er een descriptieve statistiek uitgevoerd ter controle van de ingevoerde data. Er was geen sprake van ontbrekende of verkeerd ingevoerde data. In Tabel 1 wordt er een opsomming gegeven van de beschrijvende statistiek van de maten voor de leeftijd, het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus, het verbaal werkgeheugen, het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, de schriftoriëntatie en het taalbewustzijn. Van deze maten worden het gemiddelde (*M*), de standaarddeviatie (*SD*), de minimum- (*Minimum*) en de maximumscore (*Maximum*) weergegeven.

Tabel 1

*Beschrijvende statistiek van de maten voor leeftijd, het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus, het verbaal werkgeheugen, het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, de schriftoriëntatie en het taalbewustzijn*

	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
<b>Leeftijd in maanden</b>	85.11	9.72	70	110
<b>Subvocaal herhalingsstelsel</b>	0.15	2.67	-6	5
<b>Verbaal werkgeheugen</b>	29.78	3.12	25	39
<b>Visueel werkgeheugen</b>	33.70	4.08	28	41
<b>Schriftoriëntatie</b>	6.59	1.45	2	8
<b>Taalbewustzijn</b>	15.26	4.36	8	22

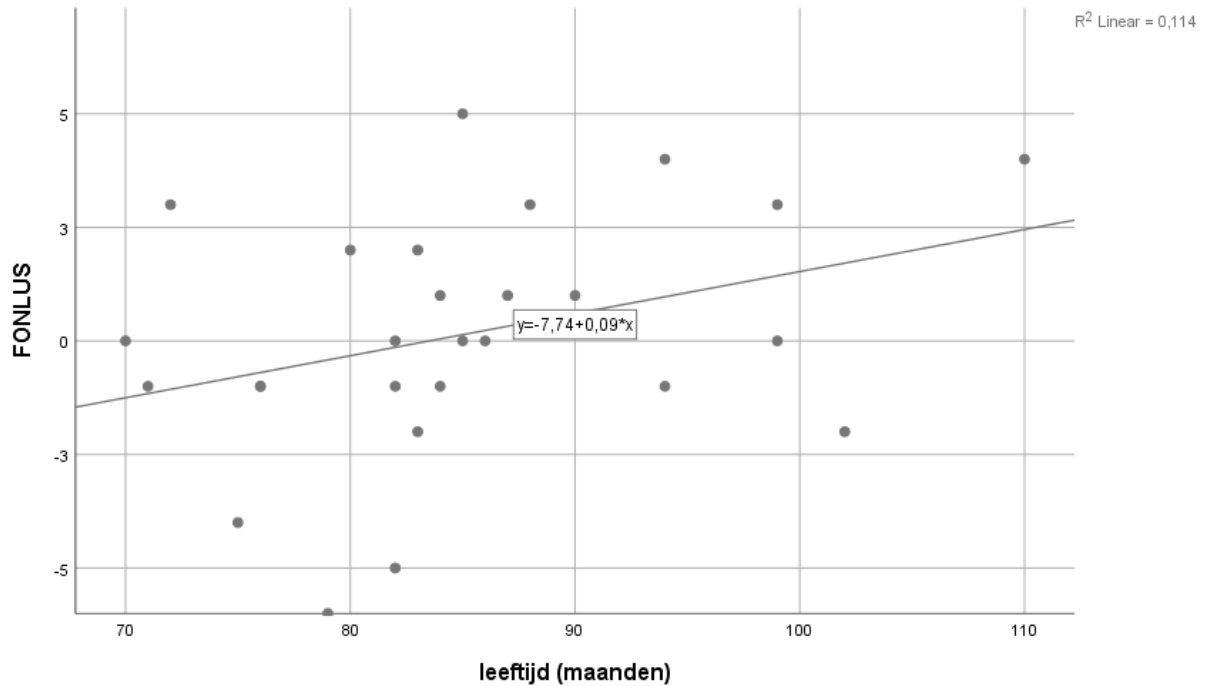
*Noot: n = 27*

### Relatie tussen de leeftijd en het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus.

Uit zowel de correlatieanalyse ( $r = 0.34$ ;  $p = 0.09$ ) als de t-toets ( $Z = -1,71$ ;  $p = 0.09$ ) bleken geen significante resultaten, wat aangeeft dat er geen relatie is tussen leeftijd en het actief worden van het subvocaal herhalingsstelsel. Echter, de t-toets liet een zwakke tendens zien dat de gemiddelde leeftijd van de groep kinderen met een actief subvocaal herhalingsstelsel hoger ligt ( $M = 88.36$ ,  $SD = 10.07$ ) dan de gemiddelde leeftijd van de groep kinderen waarbij het subvocaal herhalingsstelsel nog niet actief is ( $M = 82.88$ ,  $SD = 9.11$ ). Uit de correlatieanalyse bleek dat er een zwakke tendens is dat er een middelmatig sterke samenhang bestaat tussen de ontwikkeling van het subvocaal herhalingsstelsel en de leeftijd.

Bij inspectie van de grafiek waarin middels een regressielijn de voorspelling op basis van leeftijd van het actief worden van het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus wordt getoond, is een tendens zichtbaar tussen het actief worden van het subvocaal herhalingsstelsel en het oplopen van de leeftijd in maanden (zie Figuur 3). Te zien is dat de voorspelde waarde van het actief worden van het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus stijgt met 0.09 als de leeftijd toeneemt met 1 maand. Het toenemen van de leeftijd in maanden verklaart 11% van de variantie in het actief worden van het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus. In de figuur is te zien dat

een groot aantal van de geobserveerde datapunten ver van de regressielijn is verwijderd. Dit betekent dat de voorspelling gering is, hetgeen tot uiting komt in de proportie verklaarde variantie,  $R^2 = 0.11$ .



*Figuur 3.* Regressielijn om het actief worden van het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus te voorspellen op basis van leeftijd.

### **Correlaties tussen componenten van het werkgeheugen en aspecten van beginnende leesvaardigheid.**

Door middel van een correlatieanalyse is de samenhang berekend tussen de componenten van het werkgeheugen en de aspecten van beginnende leesvaardigheid. De resultaten van deze analyses zijn weergegeven in Tabel 2. Uit Tabel 2 blijkt dat er enkel een significant matig verband bestaat ( $r = 0.42$ ,  $p = 0.03$ ) tussen het verbaal werkgeheugen en het taalbewustzijn. Opvallend zijn de zwakke tendensen dat het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus zeer gering negatief lijkt samen te hangen met verbaal werkgeheugen en taalbewustzijn en dat het verbaal werkgeheugen meer lijkt samen te hangen met schriftoriëntatie dan het visueel-ruimtelijk werkgeheugen.

Tabel 2

*Correlaties tussen de variabelen visueel werkgeheugen, verbaal werkgeheugen, subvocaal herhalingsstelsel, taalbewustzijn en schriftoriëntatie*

	1	2	3	4	5
1. Visueel werkgeheugen	-				
2. Verbaal werkgeheugen	0.27	-			
3. Subvocaal herhalingsstelsel	0.05	-0.26*	-		
4. Taalbewustzijn	0.10	0.42**	-0.22*	-	
5. Schriftoriëntatie	0.29	0.35	-0.18	0.26	-

*Noot:* \* trend, \*\* Correlatie is significant bij  $p < 0.05$ , tweezijdig getoetst

### **Voorspellende waarde van het werkgeheugen op de beginnende leesvaardigheid.**

De regressieanalyses zijn uitgevoerd met drie modellen. In Model 1 werd de voorspellende waarde van de componenten van het werkgeheugen geanalyseerd voor de aspecten van beginnende leesvaardigheid. In Model 2 werd de variabele leeftijd toegevoegd. In Model 3 werd de interactie tussen leeftijd en componenten van het werkgeheugen toegevoegd. In Tabel 3 en 4 zijn de statistische gegevens van de regressieanalyses te zien.

Voor taalbewustzijn bleek het regressiemodel met de drie werkgeheugencomponenten als voorspellers niet significant  $F(3,23) = 1.79, p = 0.18$ . De verklaarde variantie door de werkgeheugencomponenten bedraagt 19%. Wanneer de factor leeftijd aan het model voor taalbewustzijn wordt toegevoegd, stijgt de verklaarde variantie weliswaar naar 20% maar blijft het model statistisch niet significant,  $F(4,22) = 1.41, p = 0.27$ . Indien de interactie tussen leeftijd en werkgeheugen wordt toegevoegd stijgt de verklaarde variantie verder naar 38% maar geeft eveneens geen significante voorspelling voor taalbewustzijn  $F(7,19) = 1.65, p = 0.18$ .

Ook voor schriftoriëntatie blijken de voorspellende factoren niet significant  $F(3,23) = 1.64, p = 0.21$ . De verklaarde variantie door de werkgeheugencomponenten bedraagt 18%. Wanneer de factor leeftijd aan het model voor schriftoriëntatie wordt toegevoegd, stijgt de verklaarde variantie naar 19% maar krijgt het model geen significante voorspellende waarde  $F(4,22) = 1.28, p = 0.31$ . Indien de interactie tussen werkgeheugen en leeftijd wordt toegevoegd stijgt dit percentage verder naar 26%, maar ook deze toevoeging levert eveneens geen significantie op,  $F(7,19) = 0.94, p = 0.50$ .

Alhoewel de modellen als geheel niet significant zijn, is er binnen het derde model (zie Tabel 3) een significante voorspelling van het verbaal werkgeheugen voor het taalbewustzijn te zien ( $b = 0.78, p = 0.02$ ). Deze voorspellende waarde wordt gevonden na toevoeging van de interactie tussen leeftijd en de werkgeheugencomponenten.

Tabel 3

*Meervoudige regressieanalyse voor het voorspellen van het taalbewustzijn door werkgeheugencomponenten, leeftijd en de interactie tussen de werkgeheugencomponenten en leeftijd*

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	<i>t</i>	<i>p</i>	Model <i>R</i> <sup>2</sup>	Model <i>p</i>
<b>1. Werkgeheugen</b>						0.19	0.18
Visueel	-0.01	0.21	-.01	-0.03	0.98		
Verbaal	0.55	0.29	.39	1.92	0.07		
Subvocaal	-0.19	0.32	-.12	-0.60	0.55		
herhalingssysteem							
<b>2. Leeftijd</b>						0.20	0.27
Visueel	0.03	0.22	.03	0.14	0.89		
Verbaal	0.56	0.29	.40	1.92	0.07		
Subvocaal	-0.12	0.35	-.07	-0.35	0.73		
herhalingssysteem							
Leeftijd	-0.6	0.10	-.13	-0.62	0.54		
<b>3. Interacties</b>						0.38	0.18
Visueel	0.15	0.23	.15	0.67	0.51		
Verbaal	0.78	0.31	.55	2.47	0.02*		
Subvocaal	-0.35	0.35	-.21	-1.00	0.33		
herhalingssysteem							
Leeftijd	-0.02	0.10	-.05	-0.24	0.81		
Leeftijd*visueel	0.25	1.05	.06	0.24	0.82		
Leeftijd*verbaal	2.61	1.30	.48	2.01	0.06		
Leeftijd*subvocaal	0.17	1.08	.04	0.15	0.88		
herhalingssysteem							

*Noot:* \*Correlatie is significant bij  $p < 0.05$

Tabel 4

*Meervoudige regressieanalyse voor het voorspellen van de schriftoriëntatie door werkgeheugencomponenten, leeftijd en de interactie tussen de werkgeheugencomponenten en leeftijd*

	<i>B</i>	<i>SE B</i>	$\beta$	<i>t</i>	<i>p</i>	Model <i>R</i> <sup>2</sup>	Model <i>p</i>
<b>1. Werkgeheugen</b>						0.18	0.21
Visueel	0.08	0.07	.23	1.16	0.26		
Verbaal	0.12	0.10	.25	1.21	0.24		
Subvocaal	-0.07	0.11	-.13	-0.65	0.52		
herhalingssysteem							
<b>2. Leeftijd</b>						0.19	0.31
Visueel	0.70	0.74	.20	0.94	0.36		
Verbaal	0.11	0.10	.24	1.16	0.26		
Subvocaal	-0.09	0.12	-.17	-0.80	0.44		
herhalingssysteem							
Leeftijd	0.18	0.03	.12	0.57	0.56		
<b>3. Interacties</b>						0.26	0.50
Visueel	0.04	0.08	.11	0.47	0.65		
Verbaal	0.09	0.11	.19	0.76	0.46		
Subvocaal	-0.08	0.13	-.15	-0.64	0.53		
herhalingssysteem							
Leeftijd	0.01	0.04	.05	0.19	0.85		
Leeftijd*visueel	-0.01	0.38	-.01	-0.02	0.99		
Leeftijd*verbaal	-0.10	0.47	-.05	-0.20	0.84		
Leeftijd*subvocaal	0.43	0.39	.30	1.10	0.28		
herhalingssysteem							

## Discussie

Het werkgeheugen speelt een belangrijke rol bij het leren lezen (Gathercole & Alloway, 2008), maar of dit bij kinderen met TOS ook zo is, is niet bekend. Kinderen met TOS laten een minder goed functionerend werkgeheugen zien dan kinderen in het reguliere basisonderwijs (Henry et al., 2012). Naast een minder goed functionerend verbaal werkgeheugen lijkt ook het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen met TOS aangedaan (Vugs et al., 2013; 2016). In de literatuur worden echter ook onderzoeken aangetroffen die aantonen dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen met TOS zich net zo lijkt te ontwikkelen als bij kinderen met een normale taalontwikkeling (Bavin et al., 2005; Hutchinson et al., 2012; Schuchardt et al., 2013). Vanuit de literatuur komt dus een minder eenduidig beeld naar voren wat betreft de tekorten in zowel het verbaal- als het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en daarnaast, de relatie van deze componenten met lezen bij kinderen met TOS en is aanvullend exploratief onderzoek zinvol.

Het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus kan bij kinderen met een normale taalontwikkeling, mits actief, mogelijk helpend zijn bij de ontwikkeling van beginnende leesvaardigheid; informatie wordt beter onthouden als deze eenmalig pictoriaal wordt aangeboden en door de hersenen wordt omgezet in een fonologische code (Baddeley, 2003; 2012; Palmer, 2000). Bij

kinderen in het regulier onderwijs lijkt dit systeem rond het zevende levensjaar actief te worden (Baddeley & Hitch, 2000; Cowan, 1998; Kemps et al., 2000; Tam et al., 2010), maar bij kinderen met TOS is dit nog niet eerder in kaart gebracht. Daarom werd in dit onderzoek onderzocht of de ontwikkeling van het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus bij kinderen met TOS afwijkt van de ontwikkeling van dit systeem bij kinderen in het regulier basisonderwijs. Vervolgens werd onderzocht wat de voorspellende waarde is van de componenten van het werkgeheugen op de aspecten van beginnende leesvaardigheid bij kinderen met TOS. Tenslotte werd gekeken of de voorspellende waarde van de werkgeheugencomponenten op de aspecten van beginnende leesvaardigheid afhankelijk is van de leeftijd bij kinderen met TOS.

Door de beperkte omvang van de dataset dienen de gevonden resultaten met voorzichtigheid te worden geïnterpreteerd en wordt er in voorliggend onderzoek ook geschreven over een trend wegens gebrek aan statistische onderbouwing.

### **De ontwikkeling van het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus bij kinderen met TOS**

Bij kinderen met een normale taalontwikkeling wordt het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus doorgaans actief rond het zevende levensjaar (Baddeley & Hitch, 2000; Cowan, 1998; Kemps et al., 2000; Tam et al., 2010). De eerste hypothese betrof de verwachting dat bij kinderen met TOS subvocaal herhalingssysteem, iets later, namelijk na het zevende levensjaar actief zou worden. Vanuit de literatuur werden hiervoor meerdere aanknopingspunten gevonden. Zo ondervinden kinderen met TOS beperkingen op het gebied van fonologische opslag en receptief taalvermogen binnen de fonologische lus (Alloway & Archibald, 2008; Marton, 2008) en doorlopen zij een vertraagde fonologische ontwikkeling (Vandewalle et al., 2012). Ook beschrijven eerdere onderzoeken dat kinderen met TOS meer problemen ondervinden op het gebied van het verbale werkgeheugen, waar de fonologische lus onderdeel van is, dan normaal ontwikkelende kinderen (Henry et al., 2012; Hutchinson et al., 2012; Marton & Schwarz, 2003; Schuchardt et al., 2013; Vugs et al., 2014; Vugs et al., 2016). Daarnaast zijn er aanwijzingen dat ook bij kinderen met een licht verstandelijke beperking een vertraagde ontwikkeling van de fonologische lus hebben (Van der Molen et al., 2007), wat het aannemelijk maakt dat dit ook voor kinderen met TOS kan gelden.

Uit de resultaten bleek dat de eerste hypothese niet kon worden aangenomen, er is niet significant gebleken dat de gemiddelde leeftijd waarop het subvocaal herhalingssysteem bij kinderen met TOS hoger ligt dan bij kinderen op een reguliere basisschool, namelijk rond 7 jaar. Echter, vanuit de data lijkt wel de tendens te bestaan dat bij kinderen met TOS het subvocaal herhalingssysteem rond 7,5 jaar actief wordt en daarmee zich iets vertraagd lijkt te ontwikkelen. Het is dus goed mogelijk dat de ontwikkeling van het subvocaal herhalingssysteem bij kinderen met TOS zich gelijk of iets trager ontwikkelt dan bij kinderen met een normale taalontwikkeling.

### **Samenhang tussen werkgeheugencomponenten en aspecten van beginnende leesvaardigheid**

De tweede hypothese betrof de verwachting dat er een positief verband zou bestaan tussen de componenten van het werkgeheugen en de aspecten van beginnende leesvaardigheid. Dit positieve verband werd verwacht omdat vanuit eerdere onderzoeken is gebleken dat het werkgeheugen een belangrijke rol speelt bij de ontwikkeling van leesvaardigheden (Alloway et al., 2005) en dat kinderen met een goede leesvaardigheid ook goed scoorden op tests die het werkgeheugen meten (Swanson et al., 1989).

**Samenhang tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en de schriftoriëntatie.** In voorliggend onderzoek werd verondersteld dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een positieve samenhang zou vertonen met de schriftoriëntatie, maar deze samenhang bleek niet uit de resultaten. Dit is in tegenstelling tot eerder onderzoeken van Davidse (2014) en Gathercole en Alloway (2008) waaruit bleek dat, bij kinderen zonder TOS, het visueel-ruimtelijk werkgeheugen samenhangt met het benoemen van letters, onderdeel van de schriftoriëntatie. Het zou kunnen dat de rol van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij het ontwikkelen van leesvaardigheden bij kinderen met TOS anders is dan bij kinderen met een normale taalontwikkeling. Opmerkelijk is namelijk dat er in de correlatieanalyse wel een tendens is te zien dat het verbaal werkgeheugen sterker samenhangt met schriftoriëntatie dan het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Het zou dus kunnen dat het verbaal werkgeheugen bij kinderen met TOS een grotere waarde heeft voor de schriftoriëntatie dan dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen dat heeft. Een mogelijke verklaring zou hiervoor kunnen zijn dat door automatisering van klanken en woorden, een minder groot beroep hoeft worden gedaan op het visueel-ruimtelijk werkgeheugen (Gathercole & Alloway, 2007). Door automatisering van de klank-tekenkoppeling is het mogelijk dat een letter direct een klank oproept, waardoor de verwerking niet door het visueel-ruimtelijk werkgeheugen maar door het verbaal werkgeheugen plaatsvindt (Vernooy, 2007). Aangezien een aantal leerlingen uit de onderzoeksgroep voor de tweede keer het aanbod van groep 3 volgt, zou het kunnen dat letters bij een aantal van hen al geautomatiseerd zijn.

**Samenhang tussen verbaal werkgeheugen en taalbewustzijn.** In voorliggend onderzoek werd verondersteld dat er een positief verband zou zijn tussen het verbaal werkgeheugen en taalbewustzijn. Dit, omdat het verbaal werkgeheugen een rol speelt bij het omzetten van letters in klanken en het manipuleren hiervan tot woorden, deze aspecten vallen onder het taalbewustzijn. Uit de resultaten blijkt dat deze hypothese kon worden bevestigd: er bestaat een middelmatig sterk, positief verband tussen het verbaal werkgeheugen en het taalbewustzijn. Dit is in overeenstemming met eerder gevonden bevindingen waarbij de samenhang tussen het verbale werkgeheugen en taalbewustzijn werd aangetoond bij kinderen met leesproblemen (Gathercole, Alloway, Willis & Adams, 2006; Swanson et al., 1989). Uit voorliggend onderzoek blijkt deze samenhang dus ook bij kinderen met TOS te bestaan.

**Samenhang tussen het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus en het taalbewustzijn.** In dit onderzoek werd verwacht dat er een positieve samenhang zou zijn tussen het



subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus en het taalbewustzijn. Alhoewel de fonologische lus bij kinderen met een normale taalontwikkeling een rol speelt bij het onthouden en benoemen van fonologische representaties (Gathercole, 1999), bleek uit voorliggend onderzoek geen verband tussen de ontwikkeling van het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus en het taalbewustzijn bij kinderen met TOS. Hierdoor lijkt het dat kinderen met TOS (nog) niet kunnen profiteren van het subvocaal herhalingsstelsel bij de ontwikkeling van leesvaardigheden. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat andere componenten van het verbale werkgeheugen (anders dan het subvocaal herhalingsstelsel) een rol spelen bij de samenhang van het verbale werkgeheugen met het taalbewustzijn.

Het verbaal werkgeheugen bestaat uit twee componenten: een passief component, deze zorgt voor het vasthouden van verbale input en een actief component, het subvocaal herhalingsstelsel dat zorgt voor de omzetting van pictoriaal aangeboden informatie in een fonologische code (Repovš & Baddeley, 2006; Service, 1992). De informatie die binnenkomt in het passieve component, de fonologische opslag, vervalst na een tijdje. Het zou kunnen dat bij kinderen met TOS het tijdelijk kunnen vasthouden van verbale informatie meer betekenis heeft voor de ontwikkeling van leesvaardigheden dan het omzetten van pictoriale informatie in een fonologische code. Nu uit voorliggend onderzoek blijkt dat het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus geen samenhang vertoont met het taalbewustzijn of de schriftoriëntatie en het verbaal werkgeheugen sterker lijkt samen te hangen met schriftoriëntatie dan het visueel-ruimtelijk werkgeheugen, zou de rol van het verbaal werkgeheugen (en meer specifiek de fonologische opslag) bij kinderen met TOS nader onderzocht moeten worden.

**Opmerkelijke bevindingen in de samenhang tussen componenten van het werkgeheugen en aspecten van beginnende leesvaardigheid.** Als er, ondanks dat de correlaties niet significant zijn, maar ervan uitgaande dat deze met een grotere dataset wel significant zouden zijn, naar de richting van de samenhang tussen de componenten van het werkgeheugen en de aspecten van beginnende leesvaardigheid wordt gekeken, zijn er een aantal opmerkelijke bevindingen. Zo is het opvallend dat het subvocaal herhalingsstelsel een tendens tot een zwakke negatieve samenhang laat zien met taalbewustzijn en verbaal werkgeheugen (de verbale aspecten). Daarnaast is het opmerkelijk dat, alhoewel niet significant of in een tendens te zien, de relatie tussen het subvocaal herhalingsstelsel, het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en de schriftoriëntatie een positief karakter heeft (de visuele aspecten). Dit werd niet verwacht aangezien het subvocaal herhalingsstelsel een onderdeel is van het verbaal werkgeheugen en dat om die reden er juist een samenhang zou zijn tussen deze werkgeheugencomponenten onderling en met het taalbewustzijn en juist niet met de visuele componenten; visueel geheugen en schriftoriëntatie. Mogelijk vertoont het subvocaal herhalingsstelsel bij kinderen met TOS deze negatieve samenhang met het verbaal werkgeheugen en het taalbewustzijn door de verlate ontwikkeling of een afwijkende rol van dit stelsel in vergelijking met kinderen met een normale taalontwikkeling. Het zou kunnen dat de samenhang van het subvocaal

herhalingssysteem met het taalbewustzijn sterker wordt naarmate het subvocaal herhalingssysteem actief is geworden, dit zou bij kinderen met TOS op oudere leeftijd kunnen zijn dan bij kinderen met een normale taalontwikkeling. Daarnaast is het mogelijk dat ook op oudere leeftijd, kinderen met TOS minder kunnen profiteren van het subvocaal herhalingssysteem bij de ontwikkeling van leesvaardigheden en dat de verwerking in het verbaal werkgeheugen bij het lezen bij kinderen met TOS dus anders functioneert dan bij kinderen met een normale taalontwikkeling.

#### **Voorspellende waarde van werkgeheugencomponenten voor beginnende leesvaardigheid**

Vanuit de literatuur blijkt dat bij kinderen met een normale taalontwikkeling de aspecten van beginnende leesvaardigheid samenhangen met de werkgeheugencomponenten (Davidse, 2014; Shankweiler et al., 1979; Swanson et al., 1989). Kinderen met TOS hebben tekorten in het werkgeheugen (Henry et al., 2012; Hutchinson et al., 2012; Marton & Schwarz, 2003; Schuchardt et al., 2013; Vugs et al., 2013; Vugs et al., 2014; Vugs et al., 2016) en daarnaast ook problemen in de leesontwikkeling (Bishop & Snowling, 2004). De combinatie van beide factoren leidde tot de vraag wat de voorspellende waarde van de werkgeheugencomponenten was voor de aspecten van beginnende leesvaardigheid en of deze afhankelijk was van de leeftijd. Er werd een voorspellende waarde van het werkgeheugen voor de beginnende leesvaardigheid verondersteld. Hierbij werd verondersteld dat het subvocaal herhalingssysteem van de fonologische lus en het verbaal werkgeheugen voorspellend zouden zijn voor het taalbewustzijn. Het visueel-ruimtelijk werkgeheugen zou het meest voorspellend zijn voor de schriftoriëntatie. Daarnaast werd verondersteld dat de voorspellende waarde afhankelijk zou zijn van de leeftijd.

Uit de resultaten blijkt een significant bewijs voor de voorspellende waarde van het verbale werkgeheugen op het taalbewustzijn bij kinderen met TOS. Dit is in overeenstemming met eerder gevonden resultaten bij kinderen met een normale taalontwikkeling, waaruit bleek dat kinderen die goed scoren op tests op het gebied van verbaal werkgeheugen ook goed scoren op tests die technische leesvaardigheid meten (Swanson et al., 1989). Een voorspellende waarde werd ook verwacht op basis van correlatieanalyses in voorliggend onderzoek waaruit blijkt dat er een relatie is tussen het verbaal werkgeheugen en taalbewustzijn en in mindere mate voor schriftoriëntatie.

**Voorspellende waarde van werkgeheugencomponenten voor schriftoriëntatie.** Er werd verwacht dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen de meest voorspellende waarde zou hebben voor de schriftoriëntatie. Uit de resultaten van voorliggend onderzoek bleek geen samenhang of voorspellende waarde van het visueel-ruimtelijk werkgeheugen voor de schriftoriëntatie. Dit is in tegenstelling tot eerder onderzoek van Davidse (2014) en Gathercole en Alloway (2008), waarin bij kinderen met een normale taalontwikkeling het bewijs wordt gevonden dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen een relatie heeft met de ontwikkeling van letterkennis, onderdeel van schriftoriëntatie. Het is mogelijk dat deze relatie bij kinderen met TOS anders ligt, aangezien er in de literatuur aanwijzingen worden gevonden dat het visueel-ruimtelijk werkgeheugen bij kinderen met TOS tekorten laat zien (Vugs et al., 2014; Vugs et al., 2016). Zo hebben zij verminderde mogelijkheden om visueel aangeboden

informatie te kunnen opslaan en verwerken in vergelijking met kinderen met een normale taalontwikkeling (Vugs et al., 2013). Daarnaast worden er in de literatuur aanwijzingen gevonden dat, na automatisering van de letters in een klank, de verwerking van letters via het verbaal werkgeheugen loopt en niet via het visueel-ruimtelijk werkgeheugen. Mogelijk dat bij kinderen met TOS het verbaal werkgeheugen de meest grote rol speelt bij de ontwikkeling van de schriftoriëntatie.

**Voorspellende waarde van werkgeheugencomponenten voor taalbewustzijn.** In het voorliggende onderzoek werd de verwachting gesteld dat het subvocaal herhalingsstelsel en het verbaal werkgeheugen de meest voorspellende waarde zouden hebben voor het taalbewustzijn. Deze verwachting werd verondersteld op basis van eerder onderzoek waaruit bleek dat kinderen met een normale taalontwikkeling die moeite hebben met het onthouden van fonologische representaties, ook moeite hebben met het vlot lezen van woorden (Shankweiler et al., 1979). Naast dat de samenhang tussen het verbaal werkgeheugen en taalbewustzijn met behulp van de correlatieanalyse werd aangetoond, bleek het verbaal werkgeheugen ook een voorspellende waarde te hebben voor taalbewustzijn. Hiermee wordt aangetoond dat het verbaal werkgeheugen de meest prominente rol van het totale werkgeheugen heeft bij de ontwikkeling van leesvaardigheden bij kinderen met TOS.

**Invloed van leeftijd op de voorspellende waarde van werkgeheugencomponenten op beginnende leesvaardigheid.** Er werd verwacht dat de voorspellende waarde van de werkgeheugencomponenten op beginnende leesvaardigheid afhankelijk zou zijn van de leeftijd. Dit werd verwacht aangezien in de literatuur werd aangegeven dat de capaciteit van het werkgeheugen bij kinderen met een normale taalontwikkeling zal toenemen naarmate de leeftijd oploopt. Dit geldt voor alle componenten van het werkgeheugen, deze zullen zich nog verder ontwikkelen tot in de adolescentie (Gathercole et al., 2004). Voorts blijkt dat ook bij kinderen met TOS het werkgeheugen zich blijft ontwikkelen tot in de adolescentie maar dat de tekorten blijven bestaan (Archibald & Gathercole, 2006; Henry et al., 2012). Voor kinderen met TOS zou dit betekenen dat door ontwikkeling van het werkgeheugen, de invloed hiervan op de beginnende leesvaardigheid groter zal worden.

Alhoewel de gebruikte modellen als geheel geen significante voorspellende waarden lieten zien was er binnen de modellen wel een individuele voorspeller. Afhankelijk van de leeftijd bleek het verbaal werkgeheugen een voorspellende waarde voor taalbewustzijn te hebben. Omdat vanuit de literatuur blijkt dat de fonologische lus, onderdeel van het verbaal werkgeheugen, zich vertraagd ontwikkelt bij kinderen met een licht verstandelijke beperking (Van der Molen et al., 2007), zou dit bij kinderen met TOS op het gebied van de fonologische lus en daarmee het verbaal werkgeheugen, ook mogelijk kunnen zijn. Door toevoeging van de interactie met leeftijd aan het model valt het hoofdeffect van leeftijd op taalbewustzijn weg. Voor de ontwikkeling van leesvaardigheden zou dit kunnen betekenen dat kinderen met TOS pas later optimaal gebruik kunnen maken van het verbaal werkgeheugen en dat kinderen met TOS tijdens de fase van beginnende leesvaardigheid problemen ondervinden als er een beroep wordt gedaan op het verbaal werkgeheugen.

Uit eerder onderzoek door Archibald en Gathercole (2006) bleek dat, net als bij normaal ontwikkelende kinderen, ook bij kinderen met TOS het werkgeheugen zal verbeteren naarmate de leeftijd vordert. Aanvullend onderzoek binnen een grotere onderzoeksgroep met een bredere leeftijdsrange zou zich kunnen richten op de voorspellende waarde van het verbaal werkgeheugen op het taalbewustzijn binnen de verschillende stadia van het leesproces bij kinderen met TOS. Voor de onderwijspraktijk zouden gevonden resultaten een bijdrage kunnen leveren aan gerichte interventies binnen de verschillende stadia van het leesproces. Zo zou het trainen van het verbaal werkgeheugen bij oudere kinderen een ondersteunend effect kunnen hebben op de ontwikkeling van taalbewustzijn, maar zou dit mogelijk voor jongere kinderen niet effectief zijn als het doel leesverbetering is. Daarnaast lijkt het bij de methodiek van leesvaardigheid op basis van voorliggend onderzoek, geen meerwaarde te hebben gebruik te maken van het subvocaal herhalingssysteem, zelfs niet als deze actief is. Vervolgonderzoek met een grotere groep respondenten zou kunnen aantonen of kinderen met TOS met een actief subvocaal herhalingssysteem baat kunnen hebben bij een leesmethodiek die hier specifiek gebruik van maakt. Zo zou hierbij gekeken kunnen worden wat het effect is op de leesprestaties om kinderen bij het aanleren van klanken en woorden gebruik te laten maken van pictoriale ondersteuning waarbij de aangeboden informatie door de hersenen kan worden omgezet in een fonologische code.

Wat betreft het technisch lezen beschrijft de literatuur dat kinderen met TOS de leesvaardigheid vertraagd verwerven, maar uiteindelijk rond het zestiende levensjaar geen tekorten laten zien in de accuratesse (Conti-Ramsden, 2008). Nader onderzoek zou in kaart kunnen brengen hoe het werkgeheugen in relatie tot de technische leesvaardigheid zich ontwikkelt in de leeftijd vanaf 7 jaar tot en met 16 jaar bij kinderen met TOS. Hierbij lijkt vooral de ontwikkeling tot het negende levensjaar cruciaal. Na deze leeftijd leren kinderen minder makkelijk lezen door een woord op te splitsen in grafemen en daar de bijbehorende klanken aan te koppelen (Geijssel & Aarnoutse, 2006). Voor de praktijk betekent dit dat leesproblemen snel moeten worden gesignaleerd en er bewaakt zal moeten worden of training van het verbaal werkgeheugen effect kan hebben op het taalbewustzijn en of kinderen kunnen profiteren van gebruikmaking van het subvocaal herhalingssysteem. Mits deze actief is, kan pictoriale ondersteuning worden geboden bij het geven van informatie.

**Toekomstig onderzoek.** Uit voorliggend onderzoek blijkt dat er samenhang bestaat tussen verbaal werkgeheugen en taalbewustzijn bij kinderen met TOS en dat er een voorspellende waarde is van het verbaal werkgeheugen voor taalbewustzijn. Vervolgonderzoek zou gericht kunnen worden op het effect van training van het verbaal werkgeheugen op het taalbewustzijn bij kinderen met TOS in verschillende leeftijdsfasen. De gevonden samenhang wekt de suggestie dat er sprake kan zijn van een causaal verband tussen het verbaal werkgeheugen en het taalbewustzijn bij kinderen met TOS, toekomstig onderzoek zou dit nader in kaart kunnen brengen. Het zou interessant zijn om nader te onderzoeken welke componenten van het werkgeheugen een significante voorspellende waarde voor leesvaardigheid hebben, binnen afzonderlijke leeftijdsfasen bij kinderen met TOS. Indien duidelijk wordt op welke leeftijd het subvocaal herhalingssysteem bij kinderen met TOS actief wordt dan zou

op deze leeftijd kunnen worden onderzocht of pictoriale ondersteuning bij omzetting van informatie naar fonologische codes een verbetering teweeg brengt in het verbale werkgeheugen. Aanvullend zou de rol van het passieve component van de fonologische lus, de fonologische opslag, in kaart kunnen worden gebracht.

**Limitaties.** Doordat dit onderzoek is uitgevoerd in een kleine, heterogene populatie met een geringe spreiding in leeftijd zijn de resultaten beperkt betrouwbaar wat van invloed is op de analyses en conclusies. De uitgevoerde analyses zijn op verschillende onderdelen niet geheel passend bij het beperkte aantal proefpersonen, dit onderzoek heeft vooral een exploratief karakter. Het is aan te bevelen de opvallende aanknopingspunten en tendensen nader te onderzoeken in een grotere onderzoeksgroep met een breder leeftijdsbereik. Daarnaast is in dit onderzoek gebruik gemaakt van slechts een meetmoment waarin meerdere tests werden afgenomen. Een onderzoek dat meerdere meetmomenten over een langere periode omvat, zou andere resultaten kunnen opleveren. Omdat de fonologische lus gelijk of mogelijk iets trager actief wordt bij kinderen met TOS, zou aanvullend onderzoek naar de toegevoegde, voorspellende waarde op latere leeftijd en over meerdere jaren binnen een grotere range in leeftijd aan te raden zijn.

De uitgevoerde analyses hebben de samenhang en de voorspellende waarde tussen het werkgeheugen en de beginnende leesvaardigheid in kaart gebracht. Met dit onderzoek kan echter niet worden onderbouwd of hier sprake kan zijn van een causaal verband. Hiertoe kan in vervolgonderzoek worden bekeken of naast de samenhang, de oorzaak (het werkgeheugen) vooraf gaat aan het gevolg (beginnende leesvaardigheid) en of er daarbij geen andere variabelen betrokken zijn, middels interventies gericht op verbetering van het werkgeheugen.

Naast de beperking van de grootte van de onderzoeksgroep, het leeftijdsbereik, het tijdpad en de interpretaties van de analyses wordt ook de beperking van de onderzoeksinstrumenten genoemd. De CITO Taal voor Kleuters meet het taalbewustzijn en de schriftoriëntatie. De belangrijkste voorspellers voor de ontwikkeling van leesvaardigheid zijn het taalbewustzijn en letterkennis. Schriftoriëntatie omvat meer dan alleen letterkennis; het omvat de visuele aspecten van taal en de meer algemene kennis over geschreven taal (Lansink, 2009). Zo wordt in de CITO Taal voor Kleuters bijvoorbeeld gemeten of het kind weet wat de eerste letter van een woord is, terwijl de toets van letterkennis enkel vraagt een letter aan te wijzen of te benoemen. Een toets die enkel de letterkennis meet zou een meer zuivere meting opleveren voor wat betreft de letterkennis.

## **Conclusie**

In het voorliggende onderzoek stond de volgende vraag centraal: *“Hoe ziet de ontwikkeling van het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus eruit bij kinderen met TOS en is er een verband tussen het werkgeheugen en beginnende leesvaardigheid bij kinderen met TOS?”*. De in het voorliggende onderzoek gevonden uitkomsten geven aan dat er een tendens lijkt te bestaan dat het subvocaal herhalingsstelsel zich bij kinderen met TOS iets trager ontwikkelt (ongeveer een half jaar)

dan bij kinderen met een normale taalontwikkeling. Daarnaast bevestigen de resultaten dat het verbaal werkgeheugen samenhangt met aspecten van beginnende leesvaardigheid, in dit geval het taalbewustzijn en dat deze samenhang een voorspellende waarde heeft. Binnen dit verbale werkgeheugen bleek dat het subvocaal herhalingsstelsel van de fonologische lus niet samenhangt met de aspecten van beginnende leesvaardigheid. Speculatief wordt gesteld dat een ander component van de fonologische lus, de fonologische opslag, mogelijk wel een samenhang kan vertonen. Voor de samenhang tussen het visueel-ruimtelijk werkgeheugen en schriftoriëntatie werd geen bewijs gevonden.

Niet alleen de wetenschap heeft aanknopingspunten voor vervolgonderzoek opgedaan met voorliggend onderzoek, ook professionals kunnen zich bezinnen op wat de aanknopingspunten kunnen betekenen voor de interveniëring van het werkgeheugen ten einde leesvaardigheden te verbeteren. De gevonden resultaten bieden aanknopingspunten voor de begeleiding van kinderen met TOS waarin een methodiek gericht op het verbaal werkgeheugen bij kinderen ouder dan 6 jaar en 9 maanden een gunstig effect kan hebben op de ontwikkeling van leesvaardigheden. Als mogelijke interventies zouden hierbij Jungle Memory (Alloway & Alloway, 2008) en een online training zoals ontwikkeld door Cogmed (2006) kunnen worden ingezet. Deze trainingen kunnen op korte termijn een positief effect hebben op het werkgeheugen, de generalisatie naar schoolse vaardigheden zoals technisch lezen, leken vooralsnog echter nog discutabel (Melby-Lervåg & Hulme, 2013). Recentelijk werd er bewijs gevonden dat door training van het werkgeheugen de gerelateerde vaardigheden zoals technisch lezen, ook bij kinderen met TOS kunnen verbeteren (Shahmahmood Toktam, Zahra, AliPasha, Ali & Shahin, 2018).

## Referenties

- Aarnoutse, C., Van Leeuwe, J., & Verhoeven, L. (2005). Early Literacy From a Longitudinal Perspective. *Educational Research and Evaluation*, 11(3), 253-276.  
doi:10.1080/08993400500101054
- Alloway, T., & Alloway, R. (2008). Jungle memory training program. Edinburgh, Engeland: Memosyne.
- Alloway, T. P. (2007). *Automated Working Memory Assessment*. New York, NY: Pearson.
- Alloway, T. P., & Archibald, L. (2008). Working memory and learning in children with developmental coordination disorder and specific language impairment. *Journal of Learning Disabilities*, 41(3), 251-262.
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Adams, A. M., Willis, C., Eaglen, R., & Lamont, E. (2005). Working memory and phonological awareness as predictors of progress towards early learning goals at school entry. *British Journal of Developmental Psychology*, 23(3), 417-426.  
doi:10.1348/026151005X26804
- Anderson, R. C., Hiebert, E. H., Scott, J. A., & Wilkinson, I. A. E. (1985). *Becoming a nation of readers: The report of the Commission on Reading*. Washington, DC: National Academy of Education.
- Archibald, L. M. D., & Gathercole, S. E. (2006). Short-Term and Working Memory in Specific Language Impairment. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 41(6), 675-693. doi:10.1080/13682820500442602
- Baddeley, A. D. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of Communication Disorders*, 36(3), 189-208.
- Baddeley, A. D. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies, *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29. doi:10.1146/annurev-psych-120710-100422
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (2000). Development of working memory: Should the Pascual-Leone and the Baddeley and Hitch models be merged? *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(2), 128-137.
- Bavin, E., Wilson, P., Maruff, P., & Sleeman, F. (2005). Spatio-visual memory of children with specific language impairment: evidence for generalized processing problems. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 40(3), 319-332.  
doi:10.1080/13682820400027750
- Beech, J. R. (2005). Ehri's model of phases of learning to read: a brief critique. *Journal of Research in Reading*, 28(1), 50-58. doi:10.1111/j.1467-9817.2005.00252.x
- Beers, W. (1995). *The phonology of normally developing and language-impaired children*. Amsterdam, Nederland: IFOTT.
- Bishop, D. V., & Snowling, M. J. (2004). Developmental dyslexia and specific language impairment: Same or different? *Psychological bulletin*, 130(6), 858-886.
- Botting, N., Simkin, Z., & Conti-Ramsden, G. (2006). Associated Reading Skills in Children with a History of Specific Language Impairment (SLI). *Reading and Writing*, 19(1), 77-98.

- Brooks, P., & Kempe, V. (2012). *Language development*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Cogmed (2006). *Cogmed Working Memory Training*. Cogmed America Inc.
- Conti-Ramsden, G. (2008). Heterogeneity of specific language impairment in adolescent outcomes. In C. F. Norbury, J. B. Tomblin, & D. V. M. Bishop (Eds.), *Understanding developmental language disorders: From theory to practice* (pp. 115-129). New York, NY: Psychology Press.
- Creswell, J. W. (2002). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Davidse, N. J. (2014). *Links between executive functions and early literacy and numeracy* (doctoral thesis). Geraadpleegd op [03-03-2018], van <https://openaccess.leidenuniv.nl/handle/1887/26495>
- De Bree, E., Wilsenach, C., & Gerrits, E. (2011). Fonologische verwerking en fonologisch werkgeheugen van kinderen met taalproblemen. *Stem-, spraak-en taalpathologie*, 12(3), 173-186.
- Gathercole, S., & Alloway, T. P. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Gathercole, S. E. (1999). Cognitive approaches to the development of short-term memory. *Trends in cognitive sciences*, 3(11), 410-419.
- Gathercole, S. E., & Alloway, T. P. (2007). Understanding working memory: A classroom guide. Geraadpleegd op [07-04-2018], van <https://www.mrc-cbu.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2013/01/WM-classroom-guide.pdf>
- Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Willis, C., & Adams, A. M. (2006). Working memory in children with learning disabilities. *Journal of Experimental Child Psychology*, 93(3), 265-281.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40(2), 177-190.
- Geijssel, M., & Aarnoutse, C. (2006). De ontwikkeling van het fonemisch bewustzijn in de eerste weken van het formele leesonderwijs, *Pedagogiek*, 26(2), 172,191.
- Gerrits, E., De Jong, J., & Rispens, J. (1999). Dyslexie als taalstoornis. In *Boekblok Handboek stem-spraak-en taalpathologie* (pp. 1632-1647). New York, NY: Springer. doi:10.1007/978-90-313-8642-0\_202
- Gerrits, E., & Van Niel, E. (2012). Taalachterstand of taalontwikkelingsstoornis. *Logopedie*, 84(11), 6-10.
- Gillis, S., & Schaerlaekens, A. (2000). *Kindertaalverwerving: Een handboek voor het Nederlands*. Groningen, Nederland: Noordhoff.
- Henry, L. A., Messer, D. J., & Nash, G. (2012). Executive functioning in children with specific language impairment. *Journal of child psychology and psychiatry*, 53(1), 37-45.



- Hutchinson, E., Bavin, E., Efron, D., & Sciberras, E. (2012). A comparison of working memory profiles in school-aged children with Specific Language Impairment, Attention Deficit/Hyperactivity Disorder, Comorbid SLI and ADHD and their typically developing peers. *Child Neuropsychology*, 18(2), 190-207. doi:10.1080/09297049.2011.601288
- Kemps, E., De Rammelaere, S., & Desmet, T. (2000). The development of working memory: Exploring the complementarity of two models. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77(2), 89-109.
- Lansink, N. (2009). *Handleiding taal voor kleuters*. Arnhem, Nederland: Cito.
- Lansink, N., & Hemker, B. (2012). Wetenschappelijke verantwoording van de toetsen Taal voor kleuters voor groep 1 en 2 uit het Cito Volgsysteem primair onderwijs. Geraadpleegd op [03-03-2018], van <http://docplayer.nl/19231371-Wetenschappelijke-verantwoording-van-de-toetsen-taal-voor-kleuters-voor-groep-1-en-2-uit-het-cito-volgsysteem-primair-onderwijs.html>
- Marton, K. (2008). Visuo-spatial processing and executive functions in children with specific language impairment. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 43(2), 181-200.
- Marton, K., & Schwartz, R. G. (2003). Working memory capacity and language processes in children with specific language impairment. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(5), 1138-1153.
- Meijs, C., Hurks, P. P. M., Wassenberg, R., Feron, F. J. M., & Jolles, J. (2016). Inter-individual differences in how presentation modality affects verbal learning performance in children aged 5 to 16. *Child Neuropsychology*, 22(7), 818-836. doi:10.1080/09297049.2015.1044891
- Melby-Lervåg, M., & Hulme, C. (2013). Is working memory training effective? A meta-analytic review. *Developmental Psychology*, 49(2), 270.
- Palmer, S. (2000). Working memory: A developmental study of phonological recoding. *Memory*, 8(3), 179-193.
- Repovš, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, 139(1), 5-21.
- Shahmahmood Toktam, M., Zahra, S., AliPasha, M., Ali, M., & Shahin, N. (2018), Cognitive and language intervention in primary language impairment: Studying the effectiveness of working memory training and direct language intervention on expansion of grammar and working memory capacities. *Child Language Teaching and Therapy*, 0265659018793696.
- Schuchardt, K., Bockmann, A.-K., Bornemann, G., & Maehler, C. (2013). Working Memory Functioning in Children with Learning Disorders and Specific Language Impairment. *Topics in Language Disorders*, 33(4), 298-312. doi:10.1097/01.TLD.0000437943.41140.36
- Service, E. (1992). Phonology, working memory, and foreign-language learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 45(1), 21-50.
- Shankweiler, D., Liberman, I. Y., Mark, L. S., Fowler, C. A., & Fischer, F. W. (1979). The speech code and learning to read. *Journal of Experimental Psychology: Human learning and memory*, 5(6), 531.

- Swanson, H. L., Cochran, K. F., & Ewers, C. A. (1989). Working memory in skilled and less skilled readers. *Journal of Abnormal Child Psychology*, 17(2), 145-156.
- Tam, H., Jarrold, C., Baddeley, A. D., & Sabatos-DeVito, M. (2010). The development of memory maintenance: Children's use of phonological rehearsal and attentional refreshment in working memory tasks. *Journal of experimental child psychology*, 107(3), 306-324.
- Van de Sande, E. (2015). *Executive functions for early literacy learning* (thesis). Geraadpleegd op [31-05-2018], van [https://www.researchgate.net/publication/285589277\\_Van\\_de\\_Sande\\_E\\_2015\\_Executive\\_functions\\_for\\_early\\_literacy\\_learning\\_Doctoral\\_Dissertation\\_Nijmegen\\_Radboud\\_University](https://www.researchgate.net/publication/285589277_Van_de_Sande_E_2015_Executive_functions_for_early_literacy_learning_Doctoral_Dissertation_Nijmegen_Radboud_University)
- Van der Molen, M. J., Van Luit, H. E. H., Jongmans, M. J., & Van der Molen, M. W. (2007). Het werkgeheugen van jongeren met een lichte verstandelijke beperking. *Kind en adolescent*, 28(3), 88-96. doi:10.1007/bf03061026
- Vandewalle, E., Boets, B., Ghesquiere, P., & Zink, I. (2012). Development of Phonological Processing Skills in Children With Specific Language Impairment With and Without Literacy Delay: A 3-Year Longitudinal Study. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 55(4), 1053-1067. doi:10.1044/1092-4388(2011/10-0308)
- Vandenbroucke, L., Verschueren, K., & Baeyens, D. (2017). The Development of Executive Functioning Across the Transition to First Grade and its Predictive Value for Academic Achievement. *Learning and Instruction*, 49, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2016.12.008>
- Vernooy, K. (2005). Vlot leren lezen in het speciaal onderwijs. *Jeugd in School en Wereld*, 89(10), 20-23.
- Vernooy, K. (2007). *Effectief leesonderwijs nader bekeken. Technisch lezen, woordenschat en leesstrategieën*. Geraadpleegd op [10-06-2018], van [http://masterplandyslexie.nl/public/files/documenten/Kees\\_Vernooy\\_Effectief\\_leesonderwijs\\_nader\\_bekeken.pdf](http://masterplandyslexie.nl/public/files/documenten/Kees_Vernooy_Effectief_leesonderwijs_nader_bekeken.pdf)
- Vugs, B., Cuperus, J., Hendriks, M., & Verhoeven, L. (2013). Visuospatial working memory in specific language impairment: A meta-analysis. *Research In Developmental Disabilities*, 34(9), 2586-2597. doi:10.1016/j.ridd.2013.05.014
- Vugs, B., Hendriks, M., Cuperus, J., & Verhoeven, L. (2014). Working memory performance and executive function behaviors in young children with SLI. *Research In Developmental Disabilities*, 35(1), 62-74. doi:10.1016/j.ridd.2013.10.022
- Vugs, B., Knoors, H., Cuperus, J., Hendriks, M., & Verhoeven, L. (2016). Interactions between working memory and language in young children with specific language impairment (SLI). *Child Neuropsychology*, 22(8), 955-978. doi:10.1080/09297049.2015.1058348